

(19) 日本国特許庁 (JP) (12) 公開実用新案公報 (U) (11) 実用新案出願公開番号

## 実開平7-23209

(43) 公開日 平成7年(1995)4月25日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
G01B 11/24識別記号 序内整理番号  
C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 書面 (全3頁)

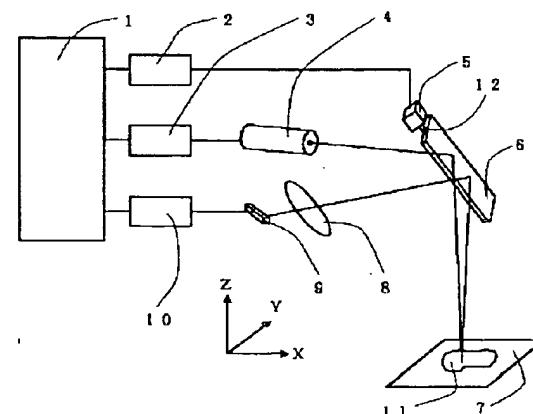
(21) 出願番号	実願平5-59147	(71) 出願人	592167411 香川県 香川県高松市番町4丁目1番10号
(22) 出願日	平成5年(1993)9月28日	(72) 考案者	秦 清治 香川県綾歌郡綾南町大字羽床下1028番地2
		(72) 考案者	河井 治信 香川県丸亀市川西町北2177番地1
		(72) 考案者	濱田 敏弘 香川県坂出市林田町1451番地1

## (54) 【考案の名称】形状検出装置

## (57) 【要約】

【目的】スポット投光器からの光量を制御するとともに、撮像素子上に結像した実像の総光量及び光量重心を計測することにより、対象物の輪郭形状を検出し、結果的には半田付け不良箇所やばり、欠けなどの検出及び不純物の混入のある不良部品の峻別・抽出を光切断法により行う装置に係わるものである。

【構成】回転型反射鏡の振れを可変にすることにより、スポット光を対象物に走査、投光し、そのスポット像を光学像として撮像素子上に実像として結像させ、その実像の総光量及び光量重心を計測するとともに、スポット投光器からの光量を制御することにより、そのスポット像の総光量を所定の値に調整し、常に一定の明度で対象物の輪郭形状の検出を光切断法により行うことを特徴とするものである。



1: 主制御機構  
2: 像走査機構  
3: スポット光量調整機構  
4: スポット投光器  
5: 回転型反射鏡  
6: 積設台  
8: 結像レンズ  
9: 撮像素子  
10: 像計測機構  
11: 対象物  
12: 回転軸

## 【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】回転型反射鏡の回動軸を含む平面に沿って投光したスポット光を、Y軸方向に亘って対象物上を当該回転型反射鏡の回動運動に連動して走査・投光するスポット投光器と、当該回転型反射鏡で反射したスポット像を光学像として撮像素子上に実像として結像する結像レンズと、当該撮像素子上に結像した実像の総光量及び光量重心を計測する像計測機構と、当該スポット投光器からの光量を制御することにより、当該実像の総光量を所定の値に調整するためのスポット光量調整機構、並びに当該回転型反射鏡の振れを可変ならしめる像走査機構とで形成するとともに、当該像計測機構、当該スポット光量調整機構及び当該像走査機構とをそれぞれ一連のシーケンスで制御する主制御機構とで構成されたことを特徴とする対象物のY軸方向の変位に対するZ軸方向の輪郭形状を検出する形状検出装置

## 【図面の簡単な説明】

【1図】第1図は、本考案の一実施例を示す系統図である。

【2図】第2図は、撮像素子上に結像したスポット像の光量分布の一例を示す説明図であり、第2図(a)は、スポット像のピーク値とそのピーク値の位置を一義的に決定できる場合の例、第2図(b)及び第2図(c)は、撮像素子上のスポット像のピーク値とそのピーチ値

の位置を一義的に決定しがたい場合の例である。

【3図】第3図は、検出すべき対象物の一例を示す六角ナットの斜視図である。

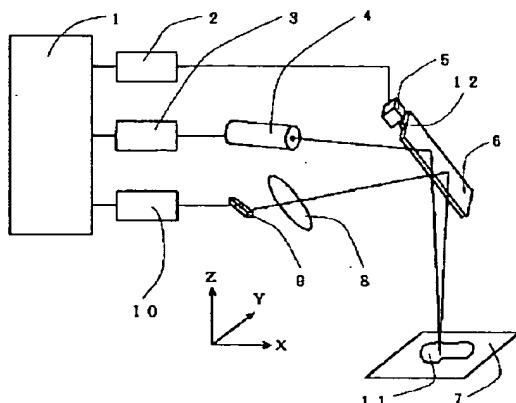
【4図】第4図は、本考案の対象物のY軸方向の変位に対するZ軸方向の輪郭形状を検出することを説明するために、回転型反射鏡の回動軸を中心として平面Pと平面Qとを重ならないように回転させ、同一平面上に展開した説明図である。

【5図】第5図は、投光と検出の光路に直接関係する部分のみを表す本考案の別の一実施例を示す系統図である。

## 【符号の説明】

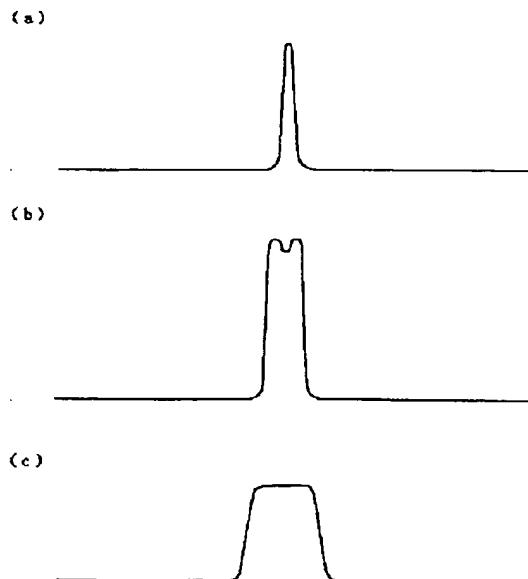
1	主制御機構
2	像走査機構
3	スポット光量調整機構
4	スポット投光器
6	回転型反射鏡
7	載置台
8	結像レンズ
9	撮像素子
10	像計測機構
11	対象物
12	回動軸

【図1】

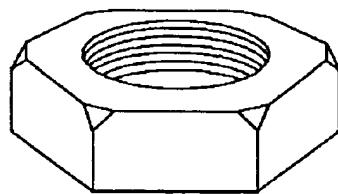


- 1: 主制御機構
- 2: 像走査機構
- 3: スポット光量調整機構
- 4: スポット投光器
- 6: 回転型反射鏡
- 7: 載置台
- 8: 結像レンズ
- 9: 撮像素子
- 10: 像計測機構
- 11: 対象物
- 12: 回動軸

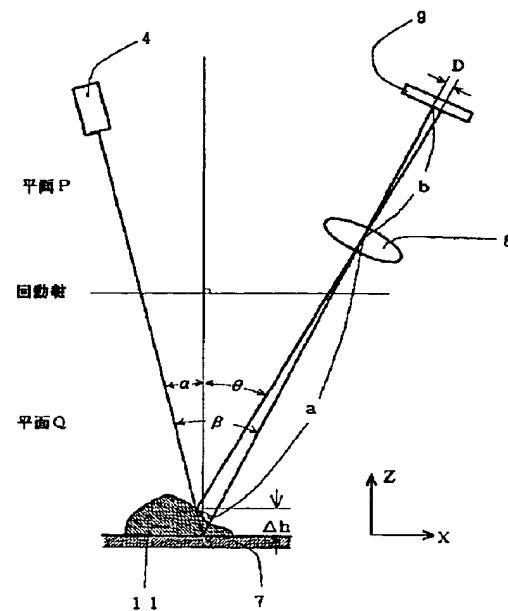
【図2】



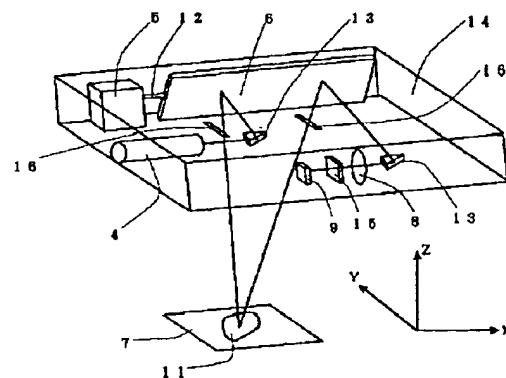
【図3】



【図4】



【図5】



## 【考案の詳細な説明】

## 【0001】

## 【産業上の利用分野】

本考案は、撮像素子上に結像したスポット像の光量が不規則な分布、たとえば尖鋭な単一パルス波形状でない分布、あるいはそのピーク値が複数とか、幅広いピーク値を発生するとか、またピントずれが発生するなどの一義的にそのピーク値とそのピーク値の位置を決定しがたい場合の対象物であっても、そのスポット像の総光量を常に所定の値に設定することにより、常に一定の明度で正確に輪郭形状を検出することを目的とするものであって、電球の口金の半田付け部やプリント基板実装部品部などの金属鏡面を有する製品やプラスチック歯車などの部品の輪郭形状を検出し、結果的には半田付け不良箇所、ばり、欠けの検出及び不純物の混入のある不良部品の峻別・抽出を光切断法により行う装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、光切断法による輪郭形状の検出装置としては、撮像素子上に結像したスポット像の光量のピーク値とそのピーク値の位置を検出し、それに連動してレーザ点光源の強度を制御し、結果的に当該スポット像のピーク値を一定になるよう構成したもの（たとえば、特開昭58-171611号公報参照）が知られている。その先頭に記載の輪郭形状を検出する装置は、撮像素子上に結像したスポット像の光量のピーク値とそのピーク値の位置を検出するのみで、本考案のように撮像素子上に結像したスポット像の総光量及びその光量重心を計測し、一義的にそのピーク値とそのピーチ値の位置を検出できない場合にも正確に輪郭形状を検出しようとするものではない。

## 【0003】

## 【考案が解決しようとする課題】

前述のごとく、電球の口金の半田付け部やプリント基板実装部品部などの金属鏡面を有する反射面が斜めや横を向いていたり、また偶然その金属鏡面が正反射で検出される傾きにあったりすると、撮像素子上に結像したスポット像の総光量

の変動が大きく、その撮像素子の感度が飽和したり、また不均一な感度であるがため、撮像素子上に結像したそのスポット像のピーク値とそのピーク値の位置を一義的に決定しがたい事態が多く発生する。さらに、かならずしも尖鋭なスポット光を投光できないため、対象物上のスポット像が拡散したり、また光学系の合焦機構の調整不良によるピントずれが発生したりして、そのスポット像のピーク値とそのピーチの位置を一義的に決定しがたい事態も多く発生している。そこで、本考案は、撮像素子上に結像したスポット像の光量が不規則な分布、たとえばその分布が先鋭な単一パルス波形状でない分布、つまりピーク値が複数とか、幅広いピーク値を発生するとか、またピントずれが発生するなどの一義的にそのピーク値とそのピーク値の位置を決定しがたい対象物であっても、スポット像の総光量と光量重心を計測することにより、スポット投光器からの光量を制御し、スポット像の総光量を所定の値に調整し、常に一定の明度で正確に輪郭形状を検出し、結果的には半田付け不良箇所やばり、欠けの検出及び不純物の混入のある不良部品の峻別・抽出を図ることを目的とするものである。

#### 【0004】

##### 【課題を解決するための手段】

本考案は、回転型反射鏡の回動軸を含む平面に沿って投光したスポット光を、Y軸方向に亘って対象物上を当該回転型反射鏡の回動運動に連動して走査・投光するスポット投光器と、当該回転型反射鏡で反射したスポット像を光学像として撮像素子上に実像として結像する結像レンズと、当該撮像素子上に結像した実像の総光量及び光量重心を計測する像計測機構と、当該スポット投光器からの光量を調整することにより、当該実像の総光量を所定の値に変更するためのスポット光量調整機構、並びに当該回転型反射鏡の振れを可変ならしめる像走査機構とで形成するとともに、当該像計測機構、当該スポット光量調整機構及び当該像走査機構とをそれぞれ一連のシーケンスで制御する主制御機構とで構成されたことを特徴とするものである。

#### 【0005】

##### 【作用】

まず、載置台上に輪郭形状を検出すべき対象物、たとえば電球の口金の半田付け

部やプリント基板実装部品部を上にして載置し、回転型反射鏡の回動軸上で反射したスポット光が、その対象物の上方から当該回転型反射鏡の回動軸を含む平面に沿ってスポット光を当該回転型反射鏡に投光すると、スポット投光器から発射されたスポット光が当該対象物の表面に照射される。すると、当該対象物の表面に照射されたスポット像からの散乱光の一部が当該回転型反射鏡の回動軸を含む平面上を当該回転型反射鏡に至り、さらに当該回転型反射鏡で反射したそのスポット像を光学像として撮像素子上に実像として結像レンズにより結像する。ここで、当該回転型反射鏡で反射したスポット光が対象物に至るまでの光路とそのスポット像が当該回転型反射鏡の回動軸を含む平面上を当該回転型反射鏡に至るまでの光路とは同一平面上にあり、その平面を平面Qと称することにする。さらに、スポット投光器から照射されたスポット光が当該回転型反射鏡に至るまでの光路と当該回転型反射鏡で反射したスポット像が撮像素子に至るまでの光路とは同一平面上にあり、その平面を平面Pと称することにする。そこでスポット投光器より照射された対象物がZ軸方向の幅員 ( $\Delta h$ ) を有すると、撮像素子上には光学像として結像したスポット像の実像の位置が変位 (D) として現れる。ここで、図3において  $a >> \Delta h$ かつ  $b >> \Delta h$  とすると、 $\alpha + \theta \approx \beta$  と考えられるから  $\Delta h$  と D の間に次の関係式が成立する。

$$\Delta h \approx \{ a * D * \cos \alpha \} / \{ b * \sin (\alpha + \theta) \}$$

【0006】

このとき、一連のシーケンスで制御する主制御機構を稼働させて、撮像素子上に結像したスポット像の総光量を像計測機構で計測し、その値が所定の値と相違するときには、スポット投光器からの光量を調整するために、スポット光量調整機構への出力値を変更し、当該スポット像の総光量を所定の値に一致させ、当該撮像素子上に結像した実像の光量重心を計測する像計測機構からの出力値をZ軸方向の幅員を表す値として使用する。さらに、一連のシーケンスで制御する主制御機構を稼働させ、回転型反射鏡の振れを可能ならしめる像走査機構への出力値を変更すると、当該回転型反射鏡の回動軸が回動し、そのスポット光はY軸方向(図3においては、紙面の表裏方向)に走査・投光されることになり、対象物のY軸方向の変位に対するZ軸方向の幅員を計測することが可能となるとともに、

当該回転型反射鏡の振れを可能ならしめる像走査機構への出力値を再度変更すると、その対象物のY軸方向の変位に対するZ軸方向の幅員を連続して計測することも可能となる。すると、撮像素子上に結像したスポット像の光量が不規則な分布、たとえばその分布が尖鋭な单一パルス波形状でない分布、つまりピーク値が複数とか、幅広いピーク値を発生するとか、またピントずれが発生するなどの一義的にそのピーク値とそのピーク値の位置を決定しがたい対象物であっても、そのスポット像の総光量を常に所定の値に設定できることから、常に一定の明度で正確に当該対象物のY軸方向の変位に対するZ軸方向の輪郭形状を検出することが可能になる。

#### 【0007】

##### 【実施例】

本考案の実施例を図1に基づいて説明すると、まず回転型反射鏡6としてはガルバノミラー、スポット投光器4としてはレーザダイオード、撮像素子9としては一次元P S D（半導体位置検出素子）でそれぞれ構成する。次に輪郭形状を検出すべき対象物11を載置した載置台7直上近傍にガルバノミラーの回動軸12を含む平面に沿って投光したスポット光がY軸方向に亘って当該対象物11上を当該ガルバノミラーの回動運動に連動して走査・投光する位置にレーザダイオードを配置するとともに、当該ガルバノミラーで反射したスポット像からの散乱光の一部を光学像としてP S D上に実像として結像する結像レンズ8を対象物11の斜め横上方近傍に配置する。ところで一次元P S Dにおいては、二つの出力電極からの出力値をそれぞれA、Bとすると、その出力の和（A+B）がP S Dに結像した実像の総光量に比例し、しかも（A-B）/（A+B）がP S Dに結像した実像の光量重心に比例するという特性を有していることから、撮像素子9上に結像した実像の総光量及び光量重心を計測する像計測機構10を、当該一次元P S Dの二つの出力電極からの出力値をそれぞれ增幅する前置增幅器と、その前置增幅器からの出力の和を算出する加算回路と、その前置增幅器からの出力の差を算出する減算回路と、当該加算回路からの出力値と当該減算回路からの出力値の比を算出する除算回路と、当該加算回路からの出力値と当該除算回路からの出力値をそれぞれ主制御機構1に取り込むためのA/Dコンバータ回路とで形成し

た構造としている。実像の総光量を所定の値に調整するためのスポット光量調整機構 3 としては、レーザダイオードへの出力を主制御機構 1 で制御する D/A コンバータ回路を介在させた構成としている。ガルバノミラーの振れを可変ならしめる像走査機構 2 としては、当該ガルバノミラーの回動軸 1/2 を主制御機構 1 で制御する D/A コンバータ回路を介在させたモータ駆動回路 5 に軸結した構成としている。さらに、主制御機構 1 としては、当該 A/D コンバータ回路からの入力、及び二つの当該 D/A コンバータ回路への出力を一連のシーケンスで制御するためマイクロコンピュータを設けた構成としている。

#### 【 0 0 0 8 】

なお、この実施例では一次元 PSD の二つの出力電極からの出力値の和、差及び差と和の比を算出するための手段として、加算回路、減算回路及び除算回路としてのハードウェアを設けているが、同等な機能は、これに限定されるものではなく、当該一次元 PSD の二つの出力電極からの出力値をそれぞれ增幅する前置增幅器を設け、さらに当該前置增幅器からの出力をそれぞれ A/D コンバータ回路で主制御機構 1 に取り込み、主制御機構 1 により二つの当該出力電極からの出力値の和、差及び差と和の比をソフトウェアで算出する構成とすることによって達成することができる。

#### 【 0 0 0 9 】

また、別の実施例を図 5 に基づいて説明すると、前述の実施例の記載の中で現れる、ガルバノミラー、レーザダイオード、PSD 及び結像レンズについては、投光・検出のための光路を挿通せしめる挿通孔 1/6 を有する筐体 1/4 の内部にすくなくとも配置した構成としている。さらに、本装置自体のコンパクト化を図るために、投光と検出の光路上にそれぞれ光路変更用プリズム 1/3 を配置するとともに、検出の光路上にレーザダイオードの波長のみを透過させる光学フィルタ 1/5 を配置した構成としている。従って、投光と検出の光路に直接関係しない光路系、たとえば撮像素子 9 上に結像した実像の総光量及び光量重心を計測する像計測機構 1/0、当該実像の総光量を所定の値に調整するためのスポット光量調整機構 3、当該回転型反射鏡 6 の振れを可変ならしめる像走査機構 2 及び一連のシーケンスで制御する主制御機構 1 は、かならずしも当該筐体 1/4 の内部に配置した

構成とはしていない。この実施例の場合には、直接光路に係わる装置の部分は、外乱光の参入の少ない筐体14の内部に配置されていることから、より精度の高い正確な計測が可能となる。

#### 【0010】

さらにまた、スポット像の検出のため前述の実施例ではいずれも一次元P S Dを使用しているが、これに限定されるものではなく、C C Dなどのイメージセンサや撮像管などでもよく、要は実質的に撮像素子上に結像したスポット像の総光量及び光量重心を算出可能ならしめる信号を発生する機能を有するものであればよい。

#### 【0011】

以上の実施例では、いずれの場合もスポット光を対象物に垂直近傍上方から投光し、そのスポット像を斜め横近傍上方から検出しているが、これに限定するものではなく、斜め横近傍上方からスポット光を投光し、そのスポット像を垂直近傍上方から検出したり、また斜め横近傍上方からスポット光を投光し、その反対側の斜め横近傍上方からそのスポット像を検出するなど、光切断法によるスポット光の投光のための光路とそのスポット像の検出のための光路は、前記関係のいずれであっても本考案の目的と効果を果たすものである。

なお、対象物を載置した載置台をX軸方向に往復自在に移動せしめる往復機構を本考案の一連のシーケンスで制御する主制御機構に組み入れた構成にすれば、対象物のY軸方向の変位に対するZ軸方向の輪郭形状を検出するのみならず、その対象物のX軸及びY軸方向、つまり二次元の変位に対するZ軸方向の輪郭形状を検出することも可能になる。

#### 【0012】

##### 【考案の効果】

以上の観点から明確なように、本考案は撮像素子上に結像したスポット像の光量が不規則な分布、たとえばその分布が先鋭な単一パルス波形状でない分布、つまりピーク値が複数とか、幅広いピーク値を発生するとか、またピントずれが発生するなどの一義的にそのピーク値とそのピーク値の位置を決定しがたい対象物であっても、スポット像の総光量と光量重心を計測することにより、スポット投

光器からの光量を制御し、スポット像の総光量を所定の値に調整し、常に一定の明度で正確に輪郭形状を検出し、結果的には半田付け不良箇所やばり、欠けの検出及び不純物の混入のある不良部品の峻別・抽出を可能にするという効果を有している。

---

- 19. Japan Patent Office (JP)
- 12. Laid-open Utility Model Gazette (A)
- 11. Laid-open Utility Model Application No. Hei 7-23209
- 43. Disclosure Date: April 25, 1995

---

51. Int. Cl.<sup>6</sup>: C01B 11/24

ID Code: C

Number of Claims: 1

Examination Not Requested Yet

Total 3 pages (in original)

---

21. Application No. Hei 5-59147

22. Application Date: Sept. 28, 1993

71. Applicant: Kagawa Prefecture (592167411), 4-1-10 Banmachi, Takamatsu City,  
Kagawa Prefecture

72. Inventor: Seiji Tai, et. al, of Kagawa Prefecture

---

54. Device Title: Shape Detection Apparatus

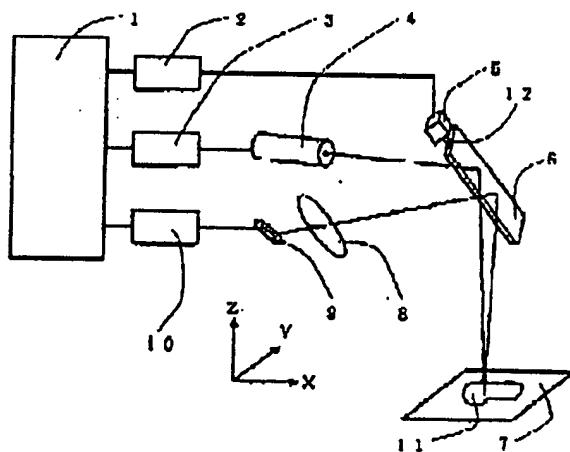
57. Abstract

Object: This device detects a subject's contour shape by controlling the quantity of light from a spot light projector and measuring the total quantity of light and the light quantity centroid of the real image focused on an imaging element; as a result it pertains to an apparatus which uses optical decision-making to detect locations where solder is defective or where there are burrs or breaks, etc., and which sorts and extracts defective components with impurities mixed in.

Constitution: Scans a subject with a spot light and projects light on it by varying the deflection of a rotating-type reflecting mirror and as an optical image focuses the spot image as a real image on an imaging element, and measures the total quantity of light and the light quantity centroid of the real image, and controls the quantity of light from the

spot light projector, whereby the spot image's total quantity of light is adjusted to the specified value and the subject's contour shape always has a constant luminosity and can be detected by an optical decision-making method.

- 1: Main control mechanism
- 2: Image scanning mechanism
- 3: Spot light quantity adjustment mechanism
- 4: Spot light projector
- 6: Rotating-type reflective mirror
- 7: Stand
- 8: Focusing lens
- 9: Imaging element
- 10: Image measuring mechanism
- 11: Subject
- 12: Rotating shaft



## Claims

Claim 1: A shape detection apparatus which detects a subject's contour shape in the Z axis direction relative to displacement in the Y axis direction, comprising:

a spot light projector which uses a spot light projecting light along a plane which includes the rotating shaft of a rotating-type reflecting mirror and which is linked to the rotary movement of the rotating-type reflecting mirror and which scans and projects light along the subject in the Y axis direction,

a focusing lens which makes the spot image reflected by the rotating-type reflecting mirror into an optical image and focuses it as a real image on an imaging element,

an image measuring mechanism which measures the total quantity of light and the light quantity centroid of the real image focused on the imaging element,

a spot light quantity adjustment mechanism for adjusting the real image's total quantity of light to a specified value by controlling the quantity of light from the spot light projector,

an image scanning mechanism which can vary the deflection of the rotating-type reflecting mirror, and

a main control mechanism which controls the image measuring mechanism, the spot light quantity adjustment mechanism, and the image scanning mechanism respectively in a series of sequences.

## Brief Description of the Drawings

FIG. 1: FIG. 1 is a system diagram showing one embodiment of this device.

FIG. 2: FIG. 2 is a drawing explaining one example of distribution in the quantity of light in the spot image focused on the imaging element. FIG. 2(a) is an example of a case in which the spot image's peak value and that peak value location can be determined with no ambiguity. FIG. 2(b) and 2(c) are cases in which it is difficult to determine the spot image's peak value and peak value location with no ambiguity.

FIG. 3: FIG. 3 is an oblique view of a hex nut to illustrate one example of a subject to be detected.

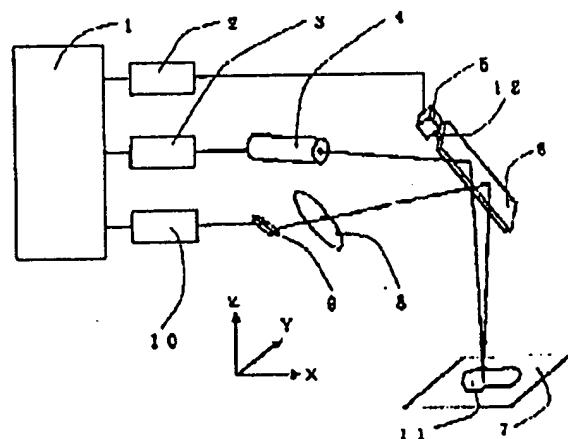
FIG. 4: In order to explain this device's detection of contour shape in the Z axis direction relative to displacement of the subject in the Y axis direction, FIG. 4 is a drawing showing plane P and plane Q rotated about the rotating shaft of a rotating-type reflective mirror so that they do not overlap and do extend in the same plane.

FIG. 5: FIG. 5 is a system diagram showing another embodiment of this device; it shows only the section directly involved in the projection and detection light paths.

#### Key to Codes

- 1: Main control mechanism
- 2: Image scanning mechanism
- 3: Spot light quantity adjustment mechanism
- 4: Spot light projector
- 5: Rotating-type reflective mirror
- 6: Stand
- 8: Focusing lens
- 9: Imaging element
- 10: Image measuring mechanism
- 11: Subject
- 12: Rotating shaft

FIG. 1



- 1: Main control mechanism
- 2: Image scanning mechanism
- 3: Spot light quantity adjustment mechanism
- 4: Spot light projector
- 6: Rotating-type reflective mirror
- 7: Stand
- 8: Focusing lens
- 9: Imaging element
- 10: Image measuring mechanism
- 11: Subject
- 12: Rotating shaft

FIG. 2

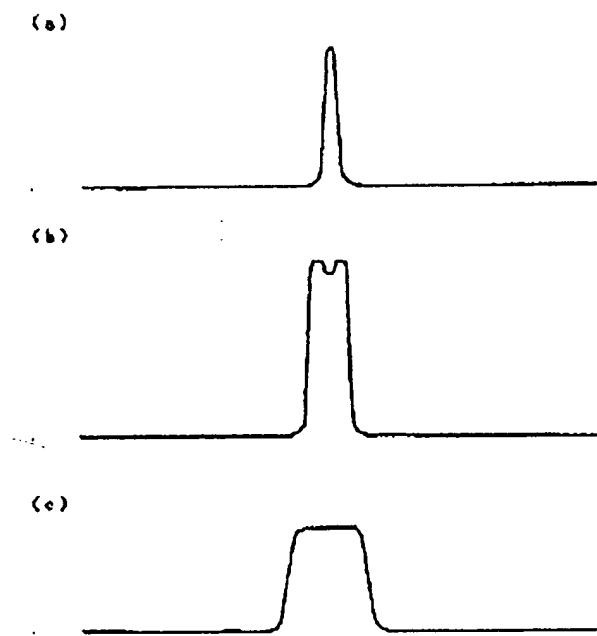


FIG. 3

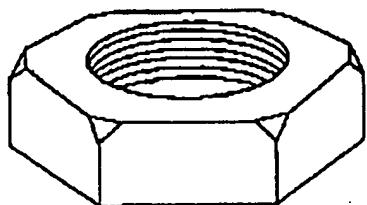


FIG. 4

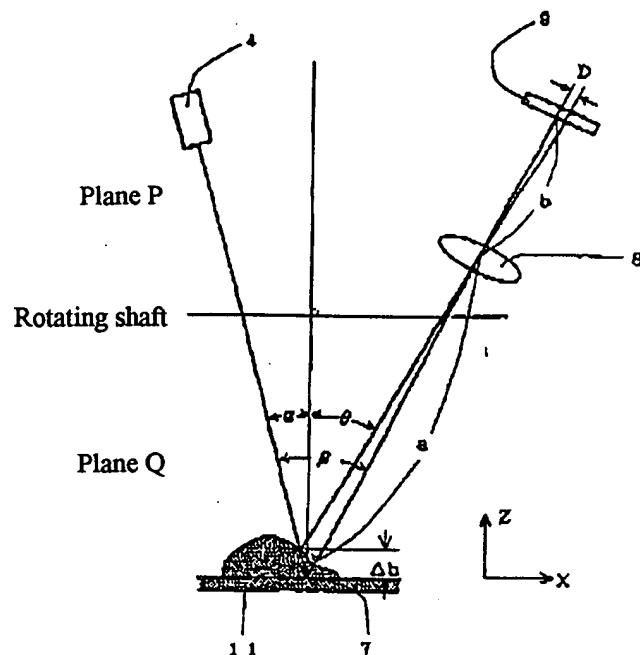
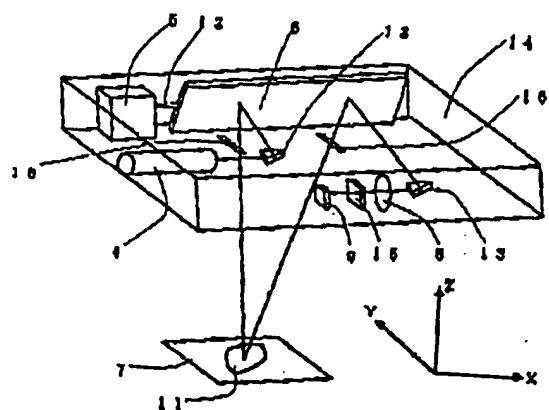


FIG. 5



## Detailed Description of the Device

[0001]

### Industrial Field of Application

This device pertains to an apparatus which detects the contour shape of components which have a metal reflective surface such as the soldered portions of electric light bulb bases and printed circuit board mounting sections and components such as plastic gears and the like, and which ultimately uses an optical decision-making method to detect locations where solder is defective or where there are burrs or breaks and to sort and extract defective components with impurities mixed in. Its object is to always have a constant luminosity and accurately detect the contour shape by keeping the quantity of light in a spot image always set at the specified value, even if the quantity of light in the spot image focused on an imaging element has an irregular distribution—for example, a distribution which does not have a sharp simple pulse waveform or one with multiple peaks or a wide peak value—or for subjects which are out of focus and it is difficult to unambiguously determine the peak value and the peak value location.

[0002]

### Prior Art

A conventional known apparatus which detects contour shape using an optical decision-making method is structured so that the peak value of spot image light focused on an imaging element and its peak value location are detected, and it controls the intensity of a laser point light source coupled thereto, and ultimately it keeps the peak value of the spot image constant (for example, Laid-open Japanese Patent Sho 58-171611). The apparatus for detecting contour shape described in this prior publication detects only the peak value of spot image light focused on an imaging element and its peak value location, so it cannot measure the total quantity of light and the light quantity centroid of the spot image focused on the imaging element and it cannot unambiguously detect the peak value and that peak value location, as can this device.

[0003]

### Problems the Device Is to Solve

As described previously, the soldered portions of electric light bulb bases and printed circuit board mounting sections and so forth have a metal reflective surface, but if

that reflective surface is slanted or facing to the side, or if by chance that metal reflective surface is a mirror reflection, there are large variations in the total quantity of light in the spot image focused on the imaging element, and the imaging element's sensitivity may saturate or have an uneven sensitivity, so in many cases it is difficult to unambiguously determine the peak value of the spot image focused on the imaging element and its peak value location. Furthermore, a sharp spot light cannot always be projected, so the spot image on the subject may disperse, and in many cases it is difficult to unambiguously determine the peak value of the spot image and its pitch [*sic*] location. Therefore the object of this device is to control the quantity of light from the spot light projector by measuring the spot image's total quantity of light and light quantity centroid and adjust the spot image's total quantity of light to a specified value and always have a constant luminosity and accurately detect contour shape and thus detect locations where solder is defective or where there are burrs or breaks and to sort and extract defective components with impurities mixed in, even if the quantity of light in the spot image focused on the imaging element has an irregular distribution—for example, a distribution which does not have a sharp simple pulse waveform or one with multiple peaks or a wide peak value—or for subjects which are out of focus and it is difficult to unambiguously determine the peak value and the peak value location.

[0004]

#### Means for Solving the Problems

This device consists of a spot light projector which uses a spot light projecting light along a plane which includes the rotating shaft of a rotating-type reflecting mirror and which is linked to the rotary movement of the rotating-type reflecting mirror and which scans and projects light along the subject in the Y axis direction, a focusing lens which makes the spot image reflected by the rotating-type reflecting mirror into an optical image and focuses it as a real image on an imaging element, an image measuring mechanism which measures the total quantity of light and the light quantity centroid of the real image focused on the imaging element, a spot light quantity adjustment mechanism for varying the real image's total quantity of light to a specified value by adjusting the quantity of light from the spot light projector, an image scanning mechanism which can vary the deflection of the rotating-type reflecting mirror, and a

main control mechanism which controls the image measuring mechanism, the spot light quantity adjustment mechanism, and the image scanning mechanism respectively in a series of sequences.

[0005]

### Operation

First, the subject whose contour shape is to be detected—for example, the soldered portion of a light bulb base or a printed circuit board mounting section—is placed upon a stand, and the spot light reflected by the rotating-type reflective mirror's rotating shaft travels along a plane which includes the rotating-type reflective mirror's rotating shaft from above the subject, and when it is projected at the rotating-type reflective mirror, the reflected spot light from the spot light projector irradiates the surface of the subject. When this happens, part of the scattered light from the spot image irradiating the surface of the subject reaches the rotating-type reflective mirror in a plane which includes the rotating-type reflective mirror's rotating shaft, and that spot image reflected by the rotating-type reflective mirror becomes an optical image which is focused on the imaging element by the focusing lens as a real image. Here the light path of the spot light reflected by the rotating-type reflective mirror until it reaches the subject and the light path until that spot image reaches the rotating-type reflective mirror in the plane which includes the rotating-type reflective mirror's rotating shaft lie in the same plane, and that plane shall be called plane Q. Furthermore, the light path of the spot light irradiated from the spot light projector until it reaches the rotating-type reflective mirror and the light path of the spot light reflected by the rotating-type reflective mirror until it reaches the imaging element lie in the same plane, and that plane shall be called plane P. Now, if the subject irradiated by the spot light projector has width ( $\Delta h$ ) in the Z axis direction, the position of the spot image's real image focused as an optical image on the imaging element can be expressed as displacement (D). If  $a \gg \Delta h$  and  $b \gg \Delta h$  in FIG. 3,  $\alpha + \theta \approx \beta$ , so the interval between  $\Delta h$  and D is established by the following relationship.

$$\Delta h \approx \{a*D*\cos \alpha\}/\{b*\sin (\alpha+\theta)\}$$

[0006]

Now the main control mechanism, which controls according to a series of sequences, is operated, and the image measuring mechanism measures the total quantity

of light of the spot image focused on the imaging element, and when that value is different from the specified one [the main control mechanism] changes the output value to the spot light quantity adjustment mechanism in order to adjust the quantity of light from the spot light projector, and the total quantity of light in the spot image is made to agree with the specified value, and the output value from the image measuring mechanism, which measures the light quantity centroid of the real image focused on the imaging element, is used as the value expressing width in the Z axis direction. Furthermore, the main control mechanism, which controls according to a series of sequences, is operated, and when it changes the output value to the image scanning mechanism, which is capable of changing the deflection of the rotating-type reflective mirror, the rotating-type reflective mirror's rotating shaft rotates, and the spot light scans and is projected in the Y axis direction (in FIG. 3, perpendicular to the page), and it is possible to measure width in the Z axis direction relative to displacement of the subject in the Y axis direction, and when the output signal to the image scanning mechanism, which is capable of changing the deflection of the rotating-type reflective mirror, is changed again, it is possible to continuously measure width in the Z axis direction relative to displacement of the subject in the Y axis direction. By doing so the total quantity of light in the spot image can always be set at the specified value, even if the quantity of light in the spot image focused on the imaging element has an irregular distribution—for example, a distribution which does not have a sharp simple pulse waveform or one with multiple peaks or a wide peak value—or for subjects which are out of focus and it is difficult to unambiguously determine the peak value and the peak value location, so the luminosity is always constant and it is possible to accurately detect contour shape in the Z axis direction relative to the subject's Y axis displacement.

[0007]

#### Embodiments

To explain an embodiment of this device based on FIG. 1, first, rotating-type reflective mirror 6 is a galvanometer-operated mirror, spot light projector 4 is a laser diode, and imaging element 9 is a one-dimensional PSD (semiconductor position detection element). Next, the laser diode is positioned at a position so that it scans and projects light onto subject 11 in the Y axis direction in connection with the rotary

movement of the galvanometer-operated mirror, and the projected light travels along the plane which includes rotating shaft 12 of the galvanometer-operated mirror, which is directly above and near stand 7, which carries subject 11, whose contour shape is to be detected. Focusing lens 8, which focuses part of the scattered light from the spot image reflected by the galvanometer-operated mirror as an optical image on the PSD as a real image, is positioned diagonally to the side and above and near subject 11. Incidentally, if the output values from two output electrodes in this one-dimensional PSD are A and B respectively, the sum of this output (A+B) is directly proportional to the real image's total quantity of light focused on the PSD, and moreover  $(A-B)/(A+B)$  has the characteristic of being directly proportional to the light quantity centroid of the real image focused on the PSD. Therefore image measuring mechanism 10, which measures the total quantity of light and the light quantity centroid of the real image focused on imaging element 9, consists of a preamplifier to amplify the respective output values from the one-dimensional PSD's two output electrodes, an addition circuit to calculate the sum of the outputs from the preamplifier, a subtraction circuit to calculate the difference between the outputs from the preamplifier, a division circuit to calculate the ratio between the addition circuit output value and the subtraction circuit output value, and an A/D converter circuit to provide the respective addition circuit output value and division circuit output value to main control mechanism 1. Spot light quantity adjustment mechanism 3, which adjusts the real image's total quantity of light to the specified value, provides output to the laser diode via a D/A converter circuit controlled by main control mechanism 1. Image scanning mechanism 2, which can vary the deflection of the galvanometer-operated mirror, couples the galvanometer-operated mirror's rotating shaft 12 to motor drive circuit 5 via a D/A converter circuit controlled by main control mechanism 1. Additionally, a microcomputer which controls the input from the A/D converter circuit and the output to the two D/A converter circuits by a series of sequences is provided as main control mechanism 1.

[0008]

Furthermore, in this embodiment hardware is provided as the addition circuit, subtraction circuit, and division circuit which are the means for calculating the sum, difference, and ratio between sum and difference of the output values from the one-

dimensional PSD's two output electrodes, but it is not limited to this. The same functions can be accomplished by a structure which provides a preamplifier for the respective output values from the one-dimensional PSD's two output electrodes, and introducing the output from the preamplifier to main control mechanism 1 by respective A/D converter circuits, and having main control mechanism 1 calculate the sum, difference, and ratio between sum and difference of the output values from the two output electrodes using software.

[0009]

To explain another embodiment based on FIG. 5, at least the galvanometer-operated mirror, laser diode, PSD and focusing lens represented in the description in the previous embodiment are positioned inside chassis 14, which has through hole 16 for the light paths for projected light and detection. Furthermore, in order to make the apparatus itself more compact, prism 13 is positioned in the light paths for projection and detection to change the respective light paths, and optical filter 15, which is transparent only to the wavelength of the laser diode, is positioned in the detection light path. Therefore a light path system in which there is no direct relationship between projected light and detection light paths—for example, image measuring mechanism 10, which measures the total quantity of light and light quantity centroid of the real image focused on imaging element 9, spot light quantity adjustment mechanism 3, which adjusts the real image's total quantity of light to the specified value, image scanning mechanism 2, which can vary the deflection of rotating-type reflective mirror 6, and main control mechanism 1, which controls by a series of sequences—cannot always be arranged inside chassis 14. In this embodiment the parts of the apparatus related to the direct light path are positioned inside chassis 4, which admits little external scattered light, making possible more precise and highly accurate measurement.

[0010]

Furthermore, each of the aforesaid embodiments used a one-dimensional PSD for detecting the spot image, but it is not limited to this. An image sensor such as a CCD or an imaging tube are also good. In short, essentially anything can be used which has the function of generating a signal for calculating the total quantity of light and light quantity centroid of a spot image focused on an imaging element.

[0011]

In both of the aforesaid embodiments the spot light was projected onto the subject from directly above and near, and the spot image was detected from [a position] diagonally to the side and nearby and above, but it is not limited to this. The spot light can be projected from diagonally to the side and nearby and above, and the spot image can be detected from directly above and near, or the spot light can be projected from diagonally to the side and nearby and above, and the spot image can be detected diagonally to the side and nearby and above on the opposite side, and so on. The object of this device can be achieved when the light path for projecting the spot light for an optical decision-making method and the light path for detecting the spot image have any of the aforesaid relationships.

Furthermore, if this device is constructed so that the main control mechanism which controls by a series of sequences includes a reciprocating mechanism which freely moves the stand carrying the subject back and forth in the X axis direction, not only can this device detect Z axis contour shape relative to the subject's Y axis direction displacement, it can also detect contour shape in the Z axis direction relative to displacement of the subject in the X axis and Y axis directions, which is to say, in two dimensions.

[0012]

#### Effect of the Device

As made clear by the perspective above, this device controls the quantity of light from the spot light projector by measuring the spot image's total quantity of light and light total centroid, and adjusts the spot image's total quantity of light to a specified value, and detects contour shape accurately with luminosity always constant, and ultimately detects locations where solder is defective or where there are burrs or breaks and sorts and extracts defective components with impurities mixed in, even if the quantity of light in the spot image focused on the imaging element has an irregular distribution—for example, a distribution which does not have a sharp simple pulse waveform or one with multiple peaks or a wide peak value—or for subjects which are out of focus and it is difficult to unambiguously determine the peak value and the peak value location.